Standard Operating Procedure

SOP-RDWC-CAN-S1: Behandlung von Wurzelfäule bei Cannabis im RDWC-System

Unternehmen / Betrieb: SKX-RDWC
Abteilung: Hydroponik / Cannabisproduktion
Kontakt: skx@hotmail.de / https://www.instagram.com/skx.rdwc/

Vertraulichkeit: Nur für interne Nutzung – nicht ohne Genehmigung weitergeben.

Revision No.	Extent of Revision	Date of Revision	Issued by	Approved by:
0	Initial Release	16.03.2025	SKX-RDWC	SKX-RDWC
1	Standard	19.03.2025	SKX-RDWC	SKX-RDWC

Einführung

Zweck der SOP
Diese Standard Operating Procedure (SOP) dient der systematischen Behandlung von Wurzelkrankheiten bei Cannabis-Pflanzen in Recirculating Deep Water Culture (RDWC)-Systemen. Ziel ist es, die Pflanzengesundheit zu sichern, Ertragsverluste zu minimieren und erneute Infektionen zu verhindern, ohne das System abzubauen. Die Methode nutzt H_2O_2 und HOCL zur Desinfektion sowie eine separate Quarantäne der Pflanzen für eine parallele Bearbeitung.

Geltungsbereich
Diese SOP gilt für RDWC-Systeme jeder Größe, die Cannabis in der vegetativen oder Blütephase, unter Berücksichtigung spezifischer Anforderungen, kultivieren. Die Behandlung dauert drei Tage mit einer Nachbehandlung bis Tag 7.

Zielpathogene
Die SOP zielt primär auf Wurzelfäule durch Pythium spp. ab, ist jedoch auch wirksam gegen:

- Rhizoctonia solani: Braune Wurzeln, durch H_2O_2 und HOCL bekämpft.
- Fusarium spp.: Rötliche Wurzeln, wirksam bei wasserbürtigem Befall.
- Phytophthora spp.: Wurzelzerstörung, durch oxidative Mittel behandelbar.
- Bakterielle Wurzelfäule (z. B. Erwinia spp., Pseudomonas spp.): Schleimige Wurzeln, durch HOCL eingedämmt.

Schädlinge
Die SOP kann folgende Schädlinge teilweise kontrollieren:
- Wurzelläuse (z. B. Rhizoecus spp.): Saugende Insekten, durch Beschneiden und HOCL reduzierbar.
- Wurzelnematoden (z. B. Meloidogyne spp.): Würmer, durch Entfernen teilweise bekämpfbar.
- Thripse (Larven): Wurzelfressende Larven, durch HOCL -Spülung reduzierbar.

Einschränkungen
Die SOP ist weniger effektiv gegen systemische Infektionen wie Verticillium spp., die sich im Inneren des Pflanzengewebes (insbesondere in den Leitbündeln) ansiedeln und die Wasser- sowie Nährstoffleitfähigkeit blockieren, was zu Welken und Blattvergilbung führt. Da die Behandlung primär auf externe, wasserbürtige Pathogene abzielt, können H_2O_2 und HOCL diese tief im Gewebe verankerten Pilze nicht erreichen oder abtöten. Ebenso ist die SOP nicht anwendbar auf virale Krankheiten, wie z. B. das Tobacco Mosaic Virus (TMV), das durch mechanische Übertragung oder Insekten verbreitet wird und Pflanzenzellen infiziert. H_2O_2 und HOCL sind oxidative Mittel, die auf zelluläre Strukturen von Pilzen und Bakterien wirken, jedoch keine Wirkung auf Viren haben, da diese keine eigenständigen Zellen besitzen und sich ausschließlich innerhalb der Wirtspflanze vermehren.

Verantwortlichkeiten
Der Betreiber trägt die volle Verantwortung für die ordnungsgemäße Ausführung dieser SOP sowie für etwaige Schäden, die durch unsachgemäße Anwendung, Abweichung von den Vorgaben oder Vernachlässigung der Sicherheitsvorkehrungen entstehen. Die Ersteller dieser SOP übernehmen keine Haftung für Ergebnisse oder Folgen, die aus der Nutzung dieser Anleitung resultieren.

Erforderliche Materialien

- Sterile Handschuhe
- Schere (sterilisiert)
- Messbecher und Pipetten
- Sprühflasche
- pH-, EC-, ORP-, DO, Temp-Messgeräte
- Steriles Wasser (RO-Wasser)
- Wasserstoffperoxid (H_2O_2, 3%, 12% oder 35% Lebensmittelqualität)
- Hypochlorige Säure (HOCL, 300-500 ppm)
- Enzympräparate (z. B. Atazyme, Cannazym, Multizyme, PowerZyme, Sensizym)
- Nährstofflösung (Cannabis-spezifisch)
- Quarantänebehälter/Eimer je nach Pflanzenanzahl
- 2x Spülbehälter/Eimer (>20L)
- Luftpumpe und Luftsteine
- Timer
- Luftreiniger oder UV-Sterilisator (optional)

Sicherheitsvorkehrungen

- Schutzkleidung tragen
- Handschuhe verwenden
- Schutzbrille tragen (optional)
- Gut belüfteten Bereich nutzen
- Chemikalien vorsichtig lagern
- Dämpfe nicht einatmen
- Kinder fernhalten

Hinweise zur Entsorgung

- Verbrauchte Lösungen: H_2O_2- und HOCL-Reste mit Wasser verdünnen und im Abfluss entsorgen.
- Organische Abfälle: Abgeschnittene Wurzeln in verschlossenen Beuteln im Restmüll entsorgen.
- Verpackungen: Leere Chemikalienbehälter recyceln, wenn möglich.
- Handschuhe: Gebrauchte Einmalhandschuhe im Hausmüll entsorgen.

Erfolgsvoraussetzungen

Die Wirksamkeit dieser SOP hängt entscheidend von strikter Sterilität ab, um die Verbreitung von Pathogenen und Schädlingen zu verhindern und die langfristige Gesundheit der Cannabis-Pflanzen zu sichern. Alle Werkzeuge, wie Scheren oder Messbecher, sowie Materialien, einschließlich Quarantänebehälter und Luftsteine, sind vor und nach jeder Anwendung gründlich mit einem geeigneten Desinfektionsmittel zu reinigen. Eine sorgfältige Einhaltung der beschriebenen Schritte ist unerlässlich, um Kontaminationen auszuschließen und die bestmöglichen Ergebnisse zu erzielen. Bei Unsicherheiten über die korrekte Durchführung oder Abweichungen von den erwarteten Ergebnissen ist die Anleitung Schritt für Schritt zu wiederholen. Sollten Zweifel bestehen oder Probleme auftreten, die über die SOP hinausgehen, ist fachkundige Unterstützung, etwa durch einen Hydroponik-Experten, hinzuzuziehen, um Schäden an Pflanzen oder System zu vermeiden.

Verfahren

1. Entstehung der Wurzelfäule

Wurzelfäule entsteht hautsächlich durch Sauerstoffmangel (DO <6mg/l), hohe Wassertemperaturen (>22°C) oder pathogene Erreger wie Pythium. Auch Kontaminationen, etwa durch Leitungswasser oder unsaubere Werkzeuge, Arbeitsbereiche und Kleidung, begünstigen die Infektion.
Unvollständig gelöste Nährstoffe können Ablagerungen und Verunreinigungen verursachen, die anaerobe Zonen fördern und das Wurzelwachstum beeinträchtigen. HOCl (Hypochlorige Säure) und H_2O_2 (Wasserstoffperoxid) zeichnen sich als Wasserlöslichkeitsmittel aus. Sie bauen Ablagerungen durch ihre oxidative Wirkung ab und verhindern Rückstände. Gleichzeitig halten sie Nährstoffe gleichmäßig gelöst, erhöhen die Sauerstoffsättigung im Wasser und beugen Krankheiten vor, indem sie Pathogene abtöten.

2. Erkennung der Wurzelfäule

Eine frühzeitige Erkennung ist entscheidend, um Schäden zu begrenzen. Visuelle Inspektion der Wurzeln, Wasseranalysen und Sauerstoffmessungen sind zentrale Methoden um den Befall zu bestätigen. Symptome an den Pflanzen wie Welken, gelbe Blätter oder Wachstumsstillstand trotz optimaler Nährstoffe deuten ebenfalls auf Wurzelfäule hin. Hygiene und regelmäßige Systempflege sind unerlässlich, um Infektionen zu verhindern und sie frühzeitig zu erkennen und einzudämmen.

2.1 Symptome prüfen:

I. **Wurzeln:** Braun, schleimig, fauliger Geruch
II. **Pflanzen:** Welken, gelbe Blätter, Wachstumsstillstand trotz optimaler Nährstoffe.
III. **Wasser:** Schäumt auf, Trübung, Muff-Geruch, sinkender Sauerstoffgehalt (optimal: 6-8 mg/L).

2.2 Bestätigung: Visuelle Inspektion und DO-Messung (bei befall < 6 mg/L).

2.3 Beispiel Bilder

Bild 1: Gesundes Wurzelwerk

Bild 2: Wurzelfäule

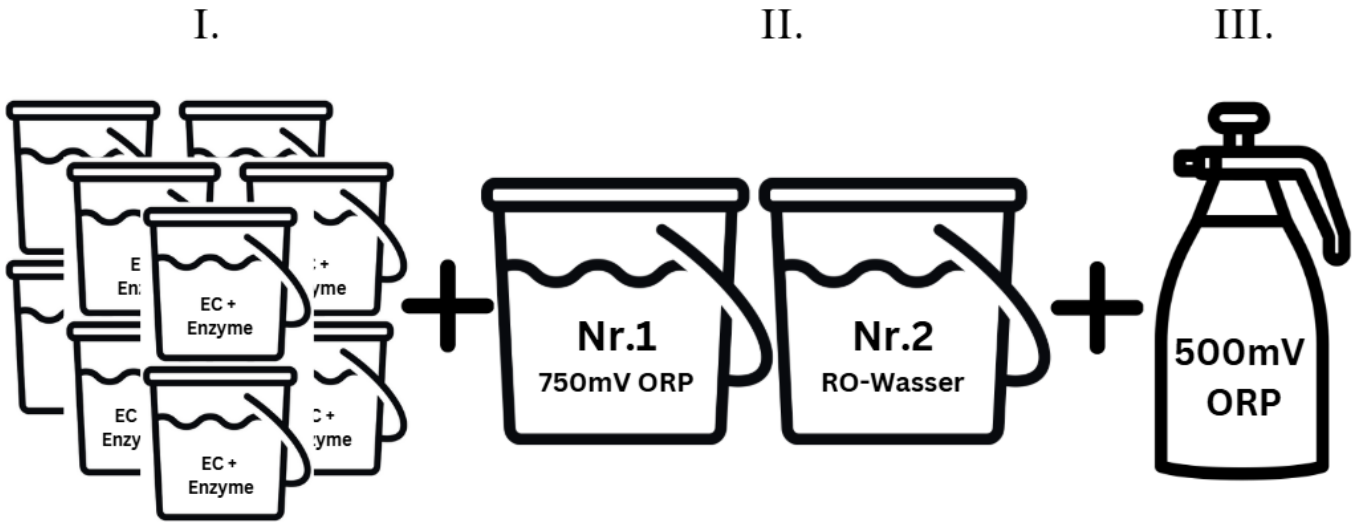
3. Vorbereitung

Vor Beginn der Behandlung sind folgende Schritte durchzuführen, um eine effektive und reibungslose Durchführung sicherzustellen:

I. **Quarantänebehälter einrichten:** Stellen Sie sicher, dass die Behälter zuvor gründlich desinfiziert sind, um Kontaminationen zu vermeiden. Füllen Sie die Quarantänebehälter, je nach Pflanzenanzahl und passend zum Düngeplan, mit frischer Nährlösung und versetzen Sie diese mit Enzympräparaten (**ACHTUNG: Nur halbe Dosierempfehlung des Herstellers anwenden**). Setzen Sie saubere Luftsteine und Luftpumpen ein, überprüfen Sie die Sauerstoffsättigung (DO 6-8 mg/L).
Vergewissern Sie sich, dass für jede Pflanze ein Quarantänebehälter bereit ist und keine Rückstände oder Schmutz vorhanden sind. Halten Sie die Behälter vorerst geschlossen.

II. **Spülbehälter einrichten:** Füllen Sie zwei Spülbehälter mit frischem RO-Wasser (0,0 mS, pH 6,0, 20 °C). Versetzen Sie Behälter Nr. 1 mit HOCL bis zu einem ORP-Wert von 750 mV, um Pathogene abzutöten und Wurzeln abzuspülen; Behälter Nr. 2 bleibt ohne HOCL für eine neutrale Nachspülung zur Reinigung und Rückstandsentfernung. Lagern Sie beide Behälter vorerst geschlossen, lichtgeschützt und kühl, und prüfen Sie den ORP-Wert vor dem Einsatz.

III. **Sprühflasche einrichten:** Füllen Sie eine Sprühflasche mit einer HOCL-Lösung (RO-Wasser + HOCL) und passen Sie sie auf einen ORP-Wert von 500 mV an, um Arbeitsflächen, Gestelle und Werkzeuge zu desinfizieren. Testen Sie die Sprühfunktion, lagern Sie die Flasche lichtgeschützt und überprüfen Sie den ORP-Wert vor Gebrauch.



IV. **System überprüfen:** Kontrollieren Sie das System auf potenzielle Kontaminationsquellen, Verunreinigungen und Schäden wie Risse, Lecks oder Verstopfungen in Leitungen, Wasserfilter, Pumpen, Luftsteinen und Schläuche; beheben Sie die Probleme umgehend, sobald die Pflanzen in Quarantäne verlagert sind.

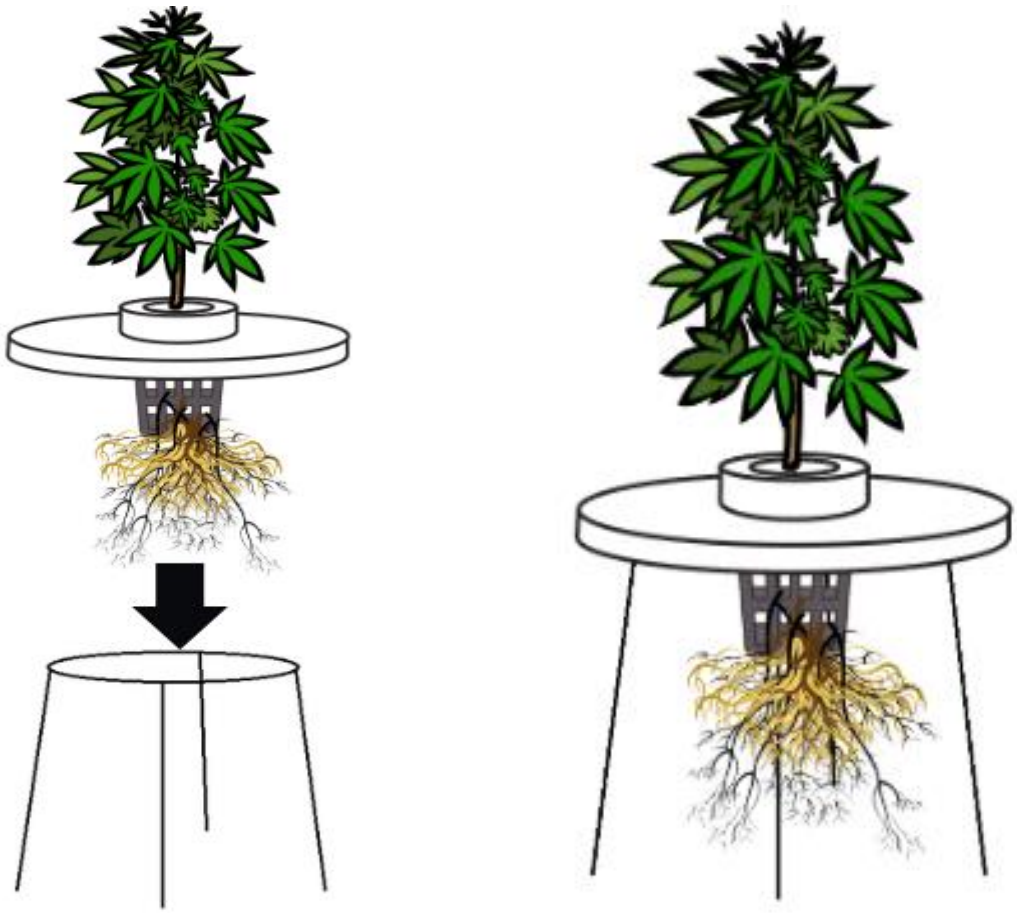
V. **Arbeitsbereich reinigen:** Desinfizieren Sie alle Arbeitsflächen, einschließlich der Oberflächen am RDWC-System, mit der Sprühflasche (III.). Entfernen Sie Staub, Schmutz, Pflanzenreste und stehendes Wasser und sorgen Sie für ausreichende Beleuchtung, um die Arbeit zu erleichtern.

VI. **Schutzkleidung anlegen:** Ziehen Sie sterile Handschuhe an, bereiten Sie optional eine Schutzbrille vor und halten Sie Ersatzhandschuhe parat, falls sie reißen oder verschmutzen.

4. Sofortmaßnahmen

4.1 Nehmen Sie jede Cannabis-Pflanze einzeln vorsichtig aus dem RDWC-System, samt Deckel und Netztopf, um die Wurzeln zugänglich zu machen.

4.2 Fixieren Sie die Pflanze auf einer geeigneten Vorrichtung (z. B. einem stabilen Gestell oder einer Arbeitsplatte mit Halterung), sodass die Wurzeln frei hängen und leicht bearbeitet werden können. Stellen Sie sicher, dass die Wurzeln weder die Arbeitsfläche noch andere Oberflächen berühren.



4.3 Schneiden Sie bei stark betroffenen Pflanzen die toten, fauligen Wurzeln (braun, schleimig, fauliger Geruch) mit einer sterilen Schere ab, achten Sie darauf, gesunde Wurzeln und Hauptriebe zu schonen.

4.4 Desinfizieren Sie nach jeder abgeschlossenen Pflanze, die Schere, das Gestell, die Arbeitsfläche, die Pflanzendeckel (Ober- und Unterseite), den Netztopf und die Blähtonsteine mit der Sprühflasche (III.), um Kontaminationen zu beseitigen.

4.5 Setzen Sie die bearbeitete Pflanze vorübergehend in das System zurück, bis alle stark betroffenen Pflanzen behandelt sind, bevor Sie zu Schritt 5 übergehen.

5. Wurzelbehandlung

5.1 Passive Behandlung bei weniger oder nicht befallenen Pflanzen

5.1.1 Nehmen Sie eine weniger oder nicht befallene Pflanze aus dem RDWC-System, samt Deckel und Netztopf.

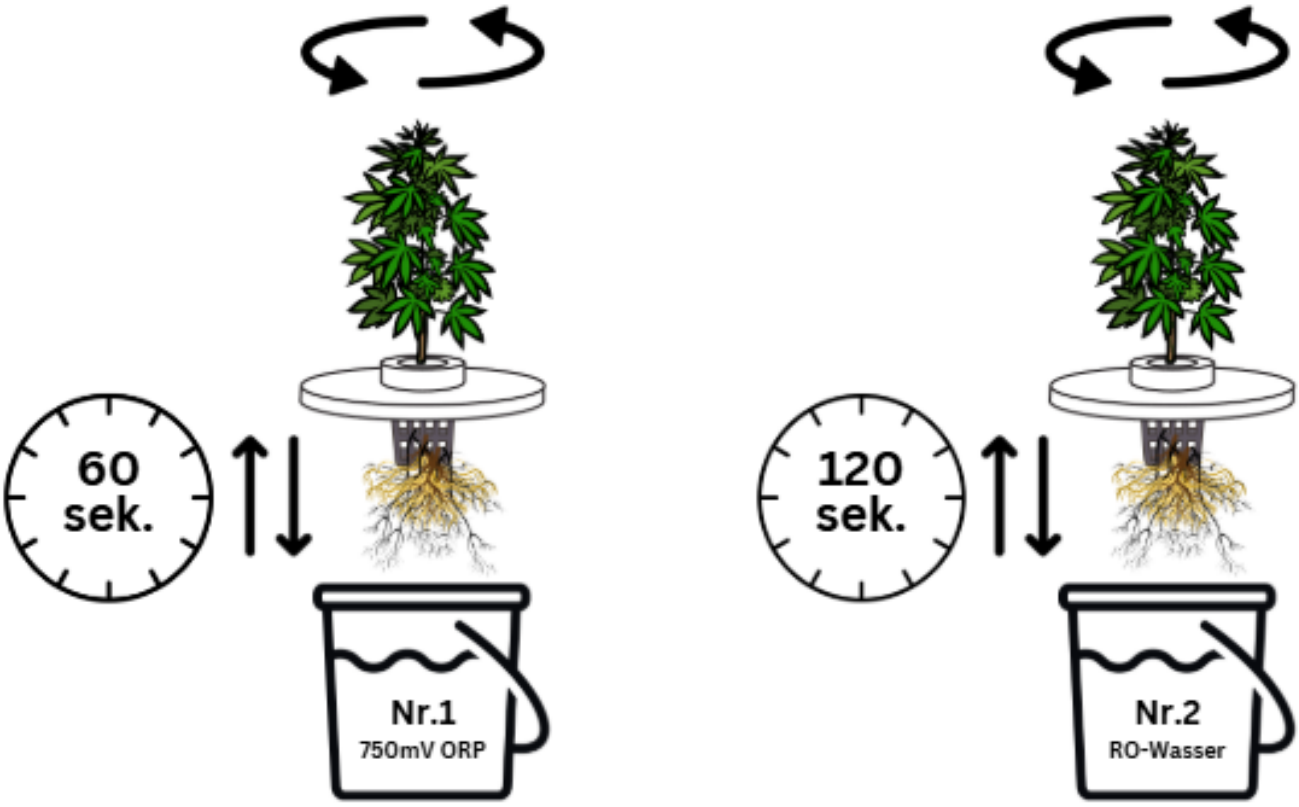
5.1.2 Spülen Sie die Wurzeln im Spülbehälter Nr. 1 mit HOCL (ORP 750 mV) durch Auf, Ab und Dreh-Bewegungen für 30-60 Sekunden max., um leichte Verunreinigungen zu beseitigen.

5.1.3 Spülen Sie die Wurzeln anschließend im Spülbehälter Nr. 2 mit frischem RO-Wasser für 1-2 Minuten, um HOCL-Rückstände zu entfernen.

5.1.4 Setzen Sie die Pflanze in einen separaten Quarantänebehälter (I.) mit frischer Nährlösung, ausgestattet mit Luftsteinen, zur Erholung.

5.1.5 Wiederholen Sie die Schritte für alle weniger oder nicht befallenen Pflanzen.

5.1.6 Tauschen Sie die Lösungen in den Spülbehältern aus, falls starke Verunreinigungen (z. B. Trübung oder Schwebstoffe) sichtbar werden, und bereiten Sie frische Lösungen gemäß Schritt 3 vor



5.2 Aktive Behandlung bei starkem Befall

5.2.1 Nehmen Sie eine stark betroffene Pflanze, die in Schritt 4 beschnitten wurde, vorsichtig aus dem RDWC-System, samt Deckel und Netztopf.

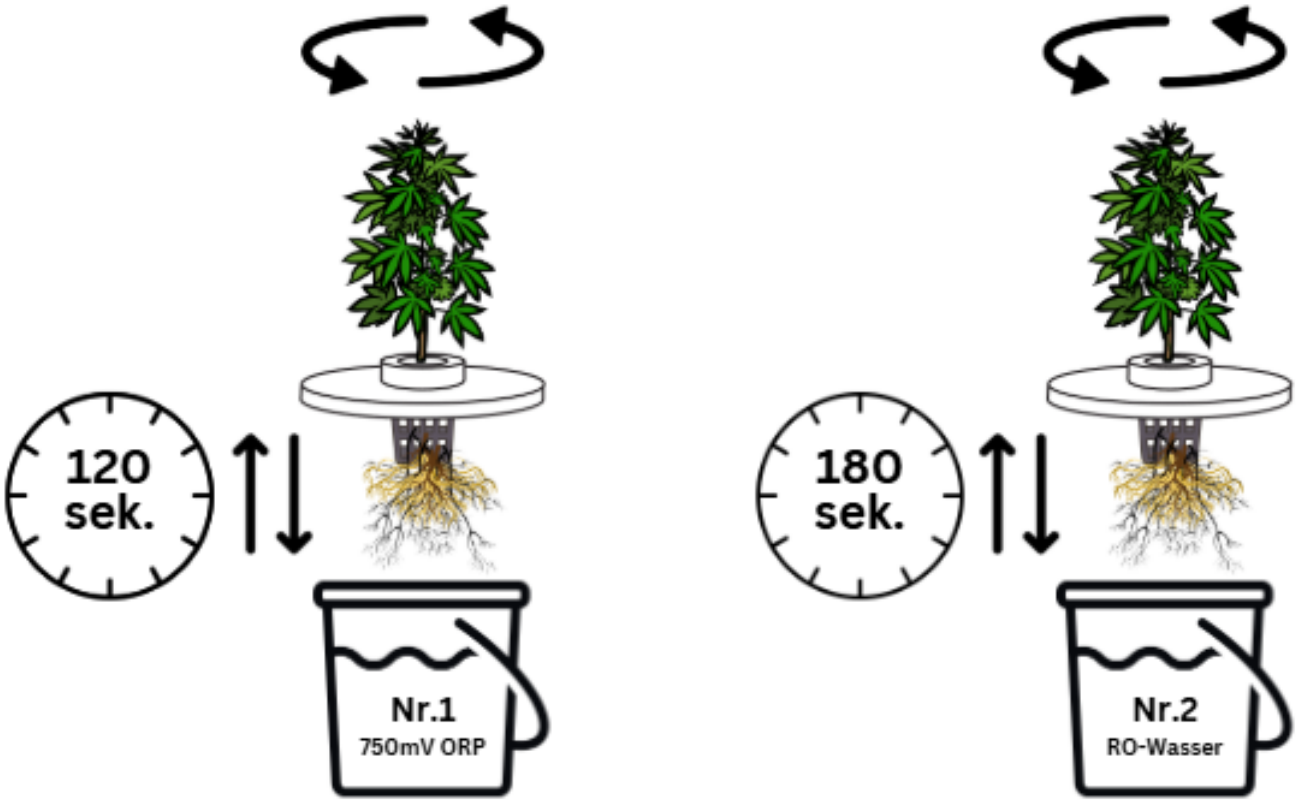
5.2.2 Spülen Sie die Wurzeln im Spülbehälter Nr. 1 mit HOCL (ORP 750 mV) durch Auf, Ab und Dreh-Bewegungen für 60-120 Sekunden max., um Pathogene abzutöten, und wiederholen Sie diesen Vorgang einmal (insgesamt 2 Durchgänge).

5.2.3 Spülen Sie die Wurzeln anschließend im Spülbehälter Nr. 2 mit frischem RO-Wasser für 180 Sekunden, um HOCL-Rückstände zu entfernen.

5.2.4 Setzen Sie die behandelte Pflanze in einen separaten Quarantänebehälter mit frischer Nährlösung, ausgestattet mit Luftsteinen, zur Erholung.

5.2.5 Wiederholen Sie die Schritte für alle stark betroffenen Pflanzen.

5.2.6 Tauschen Sie die Lösungen in den Spülbehältern aus, falls starke Verunreinigungen (z. B. Trübung oder Schwebstoffe) auftreten, und bereiten Sie frische Lösungen gemäß Schritt 3 vor.



6. Systemreinigung ohne Abbau

6.1 Vorreinigung

6.1.1 Entfernen Sie grobe Verunreinigungen (z. B. Pflanzenreste, Schmutz) aus dem System und den Leitungen mit einem sauberen Schwamm.

6.1.2 Desinfizieren Sie die zugänglichen Oberflächen des Systems mit der Sprühflasche (III.) um Keime zu beseitigen.

6.1.3 Kontrollieren Sie erneut auf potenzielle Kontaminationsquellen und Beseitigen Sie diese sofort.

6.1.4 Achten Sie dabei auf Schäden am System und Verstopfungen in sämtlichen Leitungen und beheben Sie diese sofort.

6.2 Reservoir entleeren

6.2.1 Lassen Sie das gesamte Wasser aus dem RDWC-System ab.

6.2.2 Reinigen Sie die Innenwände der Eimer mit einem Schwamm von Ablagerungen und Verunreinigungen, während das Wasser abläuft.

6.3 HOCL-Spülung

6.3.1 Füllen Sie das System mit RO-Wasser und versetzen Sie diese mit HOCL bis zu einem ORP-Wert von min. 500-600mV.

6.3.2 Lassen Sie das System für 30 min. zirkulieren, samt Luftpumpe und Luftsteine.

6.3.3 Reinigen Sie während dieses Vorgangs sämtliche Oberflächen mit einem sauberen Schwamm und die Zu- und Ablauf Leitungen ggf. mit einer Bürste (Klo-, oder Spülbürste).

6.3.4 Lassen Sie die HOCL-Lösung anschließend vollständig ab.

6.4 H_2O_2-Reinigung

6.4.1 Füllen Sie das System mit H_2O_2-Lösung (3 ml/L ~ 35 %, 10ml/L~12%, 25ml/L~3%)).

6.4.2 Lassen Sie die Lösung 60 min. zirkulieren (90 min. bei 3%), samt Luftpumpe und Luftsteine.

6.4.3 Vermeiden Sie während dieses Vorgangs sämtlichen Kontakt mit der Lösung und sorgen sie für ausreichende Belüftung im Arbeitsbereich.

6.5 Nachspülen

6.5.1 Lassen Sie die H_2O_2-Lösung ab.

6.5.2 Spülen Sie das System mit sterilem RO-Wasser (0,0 mS, pH 6,0) für 30-60 Minuten durch.

6.5.3 Lassen Sie die Wasser anschließend vollständig ab.

6.7 Neue Nährlösung ansetzen

6.7.1 Setzten Sie gem. dem Düngeplan eine frische Nährlösung and und versetzen Sie diese mit HOCL bis zu einem ORP-Wert von min. 400mV.

6.7.2 Lassen Sie das System zirkulieren und kontrollieren Sie in Stunden Abständen die Sauerstoffsättigung mit einem DO-Messgerät (min. DO 6-8 mg/L).

7. Quarantäne und Pflanzenbehandlung (parallel zur Systemreinigung)

7.1 Quarantänephase:

- Halten Sie die Pflanzen in Quarantänebehältern für min. 48 Stunden.
- Stellen Sie sicher, dass das Enzympräparat (z. B. Cannazym) aktiv bleibt, um Wurzelreste abzubauen.

7.2 Überwachung:

- Kontrollieren Sie täglich Wurzelzustand (neues weißes Wachstum) und Pflanzenvitalität (kein Welken).

7.3 Abschluss:

- Nach 48 Stunden (Tag 3) sind die Pflanzen bereit für die Rückkehr ins System, sofern die Wurzeln gesund und vital erscheinen.

7.4 Systemwiederherstellung

- **System Funktion:** Überprüfen Sie die Zirkulation und die Wasser Temperatur.
- **Sauerstoffversorgung**: Überprüfen Sie Luftsteine, Pumpe und die Sauerstoffsättigung (DO > 6 mg/L).
- **Pflanzen zurücksetzen**: Setzen Sie die behandelten Pflanzen in die Netztöpfe zurück

7.5 Nachbehandlung und Prävention

- **HOCL-Boost**: Halten Sie ihren ORP-Wert für die erste Woche auf min. 450mV und senken Sie ihn anschließend auf 400mV.

7.6 Prävention:

- **Wassertemperatur:** Halten Sie die Temperatur konstant bei 20 °C und verwenden Sie dafür einen Chiller.
- **Wöchentliche Spülung:** Setzen Sie 0,5 ml/L HOCL (ORP ca. 400 mV) oder 1 ml/L H_2O_2 (35 %) ein, um Verunreinigungen vorzubeugen.
- **Vorsorge:** Überprüfen Sie regelmäßig Luftsteine, Leitungen und Pumpen auf Verstopfungen oder Schäden und reinigen oder ersetzen Sie sie bei Bedarf.

8. Dokumentation

- Bericht führen: Datum, Uhrzeit, Zustand vor/nach, verwendete Mittel, pH/EC/DO/ORP-Werte.
- Fotos von Wurzeln (Tag 1 und Tag 7) zur Erfolgsbewertung.
- Vorschritte Fotografieren und Dokumentieren

Erfolgskriterien

- Wurzeln zeigen nach 2-5 Tagen neues weißes Wachstum.
- Cannabis-Pflanzen erholen sich (kein Welken, grüne Blätter, Wachstum).
- Wasser bleibt klar und geruchsfrei.